



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 43 03 997 A 1**

⑤① Int. Cl. 5:  
**B 60 K 15/035**  
F 02 D 41/14  
G 01 M 3/26  
// F 02 M 25/08

②① Aktenzeichen: P 43 03 997.9  
②② Anmeldetag: 11. 2. 93  
④③ Offenlegungstag: 18. 8. 94

DE 43 03 997 A 1

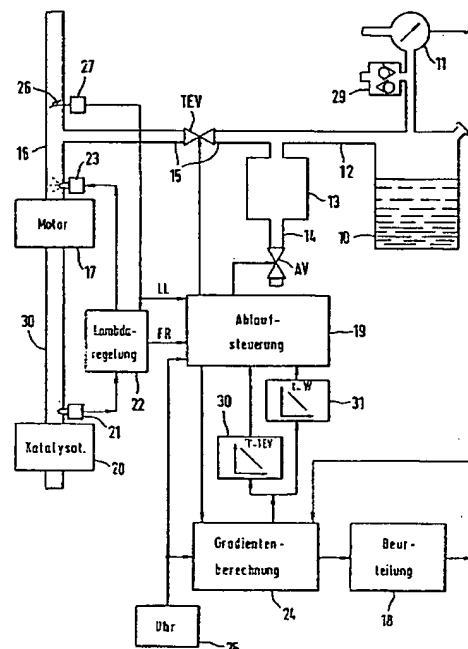
⑤④ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑤⑦ Erfinder:  
Denz, Helmut, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE;  
Blumenstock, Andreas, Dipl.-Ing. (BA), 7140  
Ludwigsburg, DE

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Tankentlüftungsdiagnose bei einem Kraftfahrzeug

⑤⑦ Um zu beurteilen, ob die Tankentlüftungsanlage eines Kraftfahrzeugs dicht ist, wird in dieser ein vorgegebener Unterdruck eingestellt, und dann wird untersucht, mit welchem Gradienten sich dieser Unterdruck abbaut, wenn die Tankentlüftungsanlage ganz verschlossen wird. Wenn der Unterdruckabbau schneller erfolgt, als es einer vorgegebenen Schwelle entspricht, wird die Anlage als undicht beurteilt.

Um den vorgegebenen Unterdruck zu erreichen, muß bei leerem Tank viel mehr Gas aus der Anlage abgepumpt werden als bei vollem Tank. Um bei vollem Tank nicht zu schnell und zu stark abzupumpen und um bei fast leerem Tank nicht zu lange zu pumpen, wird das Tastverhältnis zum Öffnen des Tankentlüftungsventils an der Anlage tankfüllstandsabhängig dahingehend variiert, daß das Ventil bei fast vollem Tank mit kleinem Tastverhältnis angesteuert wird, um nur einen kleinen Gasdurchsatz zu erzielen, während bei fast vollem Tank ein sehr großes Tastverhältnis gewählt wird.



DE 43 03 997 A 1

## Beschreibung

Das Folgende betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Tankentlüftungsdiagnose bei einem Kraftfahrzeug mit Tankentlüftungsanlage.

Im folgenden wird vielfach von der Größe eines Unterdrucks in der Tankentlüftungsanlage gesprochen. Hierbei bedeutet ein "hoher" Unterdruck, daß es sich um einen Unterdruck mit hohem Betrag handelt. Dementsprechend wird ein Schwellenunterdruck von einem aktuellen Unterdruck dann "überschritten", wenn der Betrag des aktuellen Unterdrucks größer ist als der Betrag des Schwellenunterdrucks.

## Stand der Technik

Im Dokument DE-A-41 32 055 (PCT/DE-A-92 00 725) sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Tankentlüftungsdiagnose beschrieben, bei denen der Abbaugradient für den Unterdruck in der Tankentlüftungsanlage verwendet wird. Die Tankentlüftungsanlage verfügt über einen Tank mit Tankdrucksensor, ein Adsorptionsfilter, das mit dem Tank über eine Tankanschlußleitung verbunden ist und eine durch ein Absperrventil verschließbare Belüftungsleitung aufweist, und über ein Tankentlüftungsventil, das mit dem Adsorptionsfilter Ventilleitung verbunden ist. Zum Herstellen von Unterdruck wird das Absperrventil geschlossen, und das Tankentlüftungsventil wird geöffnet. Sobald ein vorgegebener Unterdruck eingestellt ist, wird das Tankentlüftungsventil wieder verschlossen. Dadurch baut sich der Unterdruck wieder ab, und zwar relativ langsam, wenn die Tankentlüftungsanlage dicht ist. Jedoch hängt der Unterdruckabbaugradient nicht nur von der Dichtheit der Anlage, sondern auch vom Füllstand im Tank ab. Dieser Einfluß kann jedoch weitgehend eliminiert werden, wenn auch der Unterdruckaufbaugradient gemessen wird und die beiden Gradienten zueinander in Beziehung gesetzt werden. Dies ist in der Anmeldung P 42 03 100 dargelegt.

Für den Unterdruckaufbau wird das Tankentlüftungsventil bei den bisherigen Verfahren mit einem vorgegebenen maximalen Tastverhältnis geöffnet, das so ausgelegt ist, daß auch in einem fast vollen Tank der gewünschte Unterdruck nicht vor Ablauf einer gewünschten Mindestzeitspanne erreicht wird, die insbesondere abhängig von der zeitlichen Erfassung anderer Meßgrößen, insbesondere einer Magerkorrekturmeßgröße, gewählt wird. Ist der Tank relativ leer, verlängert sich wegen des festgelegten Tastverhältnisses die Zeitspanne zum Abpumpen der Tankentlüftungsanlage bis auf den gewünschten Unterdruck erheblich. Dies wirkt sich unmittelbar auf die Zeitspanne aus, die für den gesamten Prüfablauf benötigt wird. Eine Verlängerung dieser Zeitspanne ist jedoch kritisch, da eine Tankentlüftungsdiagnose mit Beurteilung des Unterdruckabbaugradienten nur bei bestimmten Betriebsbedingungen eines Kraftfahrzeugs zuverlässige Ergebnisse liefern kann. Besonders bevorzugt ist Leerlauf. Da Leerlaufphasen typischerweise nur einige 10 Sekunden betragen, darf die Prüfzeitspanne nicht durch die zum Erreichen des gewünschten Unterdrucks erforderliche Zeitspanne zu sehr verlängert werden. Es ist hier zu beachten, daß es bei einem Tank mit 60 l Fassungsvermögen und einem Tastverhältnis von 10% im Leerlauf eines 2,5 l-Vierzylinder-Ottomotors etwa 40 sec benötigt, bis ein Unterdruck von 5 hPa erreicht ist.

Es bestand demgemäß das Problem, ein Verfahren

und eine Vorrichtung zur Tankentlüftungsdiagnose anzugeben, die so ausgebildet sind, daß die Diagnose möglichst schnell ausgeführt werden kann.

## Darstellung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren ist durch die Merkmale von Anspruch 1, und die erfindungsgemäße Vorrichtung ist durch die Merkmale von Anspruch 6 gegeben.

Das Verfahren macht sich die Erkenntnis zunutze, daß bei fast leerem Tank viel mehr Gas als bei fast vollem Tank aus der Tankentlüftungsanlage über das Tankentlüftungsventil in das Saugrohr des Verbrennungsmotors abgepumpt werden muß, bis ein gewünschter Unterdruck erreicht ist. Damit zu diesem Abpumpen unterschiedlicher Gasmengen nicht unterschiedliche Zeitspannen benötigt werden, muß dann, wenn mehr Gas abzupumpen ist, schneller gepumpt werden. Demgemäß wird bei der Erfindung das Tastverhältnis zum Öffnen des Tankentlüftungsventils um so größer gewählt, je leerer der Tank ist. D. h., daß auf irgendeine Art zunächst der Füllstand bestimmt, auf Grundlage des Füllstandes ein Tastverhältnis festgelegt wird und dann das Tankentlüftungsventil in der Anfangsphase der Dichtheitsprüfung, in der ein gewünschter Unterdruck einzustellen ist, mit diesem festgelegten Tastverhältnis angesteuert wird. Damit kann der gewünschte Unterdruck immer in relativ kurzen Zeitspannen eingestellt werden. Sobald dieser Unterdruck erreicht ist, wird das Tankentlüftungsventil geschlossen, und es wird der Unterdruckabbaugradient bestimmt.

Die Diagnose kann dann entweder mit Hilfe dieses Abbaugradienten alleine erfolgen oder durch Verknüpfung mit dem Druckaufbaugradienten, ähnlich wie in P 42 03 100 beschrieben, wobei jedoch der Druckaufbaugradient auf ein Referenzastverhältnis zu normieren ist.

Wenn der Tank über keinen Tankfüllstandssensor verfügt, ist es von Vorteil, das Verfahren gemäß Anspruch 2 auszuführen. Bei diesem Verfahren wird die Tankentlüftungsanlage zunächst "probeweise" ausgepumpt. Wenn dabei ein vorgegebener Unterdruck innerhalb einer sehr kurzen Zeit erreicht wird, zeigt dies, daß der Tank relativ voll ist, während dann, wenn die Zeitspanne lange ist, angenommen werden kann, daß der Tank ziemlich leer ist.

In der Praxis reicht es aus, nur einige wenige Tastverhältnisse für vorgegebene Tankfüllstandsbereiche festzulegen, z. B. ein erstes Tastverhältnis für einen Tank, der zu 2/3 oder mehr voll ist, ein zweites Tastverhältnis für einen Tank, der zwischen 1/3 und 2/3 voll ist, und ein drittes Tastverhältnis für einen Tank der bis zu 1/3 voll ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird vorzugsweise mit Hilfe eines programmierbaren Steuergerätes realisiert, das so programmiert ist, daß es das erfindungsgemäße Verfahren ausführt.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein grobschematisches Blockdiagramm für eine erfindungsgemäße Tankentlüftungsdiagnose-Vorrichtung; Fig. 2 zeigt ein Flußdiagramm für ein erfindungsgemäßes Diagnoseverfahren; Fig. 3 zeigt ein Flußdiagramm für eine Tankfüllstandsprüfung inner-

halb des Flußdiagramms von Fig. 2; Fig. 4 zeigt zeitkorrelierte Signalverläufe zum Veranschaulichen des Ablaufs gemäß Fig. 3; Fig. 5 ist ein Flußdiagramm einer Dichtheitsprüfung innerhalb des Ablaufs von Fig. 2; und Fig. 6 zeigt zeitkorrelierte Signalverläufe zum Veranschaulichen des Ablaufs gemäß Fig. 5.

Die in Fig. 1 u. a. dargestellte Tankentlüftungsanlage weist einen Tank 10 mit Differenzdrucksensor 11, ein mit dem Tank über eine Tankanschlußleitung 12 verbundenes Adsorptionsfilter 13 mit Belüftungsleitung 14 mit eingefügtem Absperrventil AV und ein Tankentlüftungsventil TEV auf, das in eine Ventilleitung 15 eingesetzt ist, die das Adsorptionsfilter mit dem Saugrohr 16 eines Verbrennungsmotors 17 verbindet. Das Tankentlüftungsventil TEV und das Absperrventil AV werden von einer Ablaufsteuerung 19 angesteuert. Das Tankentlüftungsventil TEV wird auch abhängig vom Betriebszustand des Motors 17 unabhängig von dem hier beschriebenen Diagnoseverlauf angesteuert, der typischerweise nur einmal pro Fahrzyklus ausgeführt wird. Im Abgaskanal 30 des Motors 17 ist ein Katalysator 20 mit davor befindlicher Sauerstoffsonde 21 angeordnet. Diese gibt ihr Signal an eine Lambdaregelungseinrichtung 22, die daraus ein Stellsignal für eine Einspritzeinrichtung 23 im Saugrohr 16 bestimmt.

Eine Beurteilung der Tankentlüftungsanlage als funktionsfähig oder nicht erfolgt mit Hilfe einer Gradientenberechnungseinrichtung 24 und einer Beurteilungseinrichtung 18. Ferner ist eine Uhr 25 vorhanden. Zwischen der Gradientenberechnungseinrichtung 24 und der Ablaufsteuerung 19 sind eine Tastverhältnis/Gradienten-Kennlinie 30 sowie eine Wartezeit/Gradienten-Kennlinie 31 geschaltet.

Die Ablaufsteuerung 19 startet einen Ablauf zum Prüfen der Funktionsfähigkeit der Tankentlüftungsanlage, sobald ein mit der Drosselklappe 26 des Motors zusammenwirkender Leerlaufsignalgeber 27 Leerlauf anzeigt. Zusätzlich kann noch gefordert sein, daß ein Fahrsignalgeber Stillstand oder langsame Fahrt des zugehörigen Fahrzeugs anzeigt. Das Überprüfen dieser Bedingung ist in Fig. 2 durch einen Schritt s2.1 gekennzeichnet. Sobald die Bedingung erfüllt ist, wird in einem Verfahrensschritt s2.2 eine Tankfüllstandsprüfung ausgeführt, die weiter unten anhand der Fig. 3 und 4 näher beschrieben wird. An diese Tankfüllstandsprüfung soll sich eine Prüfung betreffend die Funktionsfähigkeit der Tankentlüftungsanlage anschließen. Jedoch erfolgt diese Prüfung erst in einem Schritt s2.7. Dies, weil vorab verschiedene Bedingungen abzufragen sind. Zunächst ist zu beachten, daß insbesondere dann, wenn nicht nur der Unterdruckabbaugradient zur Diagnose verwendet werden soll, sondern auch der Aufbaugradient, im Tank erst wieder Normaldruck herrschen muß. Daher wird in einem Schritt s2.3 das Verstreichen einer Wartezeit  $t_{W\_ENDE}$  abgewartet. Je leerer der Tank ist, desto länger dauert es, bis er sich, ausgehend von einem vorgegebenen Unterdruck, wieder auf Normaldruck befindet. Daher ist diese Wartezeit füllstandsabhängig, was mit Hilfe der Wartezeit/Gradienten-Kennlinie 31 berücksichtigt wird. Weiterhin ist zu beachten, daß unter Umständen im Anschluß an die Tankfüllstandsprüfung nicht direkt die Bedingungen für eine Dichtheitsprüfung vorliegen. Daher wird in Schritt s2.3 noch der Beendigungszeitpunkt  $T_{W\_ENDE}$  gemessen. In einem Schritt s2.4 wird abgefragt, ob Leerlauf vorliegt. Ist dies der Fall, wird in einem Schritt s2.5 der zugehörige Zeitpunkt  $T$  gemessen. Eine Verzugszeitspanne  $t_{VERZUG}$  wird als Differenz zwischen  $T$  und  $T_{W\_ENDE}$  berechnet. Liegt diese

Verzugszeitspanne unter einer vorgegebenen Zeitspanne, beim Beispiel 2 Minuten, was in einem Schritt s2.6 überprüft wird, wird der genannte Dichtheitsprüfungsschritt s2.7 erreicht. Mit dessen Beendigung schließt das gesamte Verfahren ab.

Es sei darauf hingewiesen, daß dann, wenn ein Tankfüllstandssensor vorhanden ist, die Zahl der Verfahrensschritte gemäß Fig. 2 erheblich verkürzt werden kann, um dennoch dasselbe Ergebnis zu erzielen. Es ist dann lediglich der Füllstand zu messen, mit Hilfe des Füllstandes wird, was im Ablauf gemäß Fig. 2 in der Tankfüllstandsprüfung gemäß Schritt s2.2 ausgeführt wird, ein Tastverhältnis zum Ansteuern des Tankentlüftungsventils während der Dichtheitsprüfung festgelegt, und dann wird diese Dichtheitsprüfung ausgeführt. Für das Folgende ist jedoch angenommen, daß ein solcher Füllstandssensor nicht vorhanden ist.

Anhand der Fig. 3 und 4 wird nun der Ablauf der Tankfüllstandsprüfung gemäß dem Ausführungsbeispiel beschrieben.

In einem Schritt s3.1 des in Fig. 3 dargestellten Ablaufs wird der Korrekturfaktor  $FR1$ , wie er von der Lambdaregelungseinrichtung 22 ausgegeben wird, zu einem typischen Zeitpunkt gemessen. Gemäß der Darstellung von Fig. 4a ist dies der Zeitpunkt am Ende eines p-Sprungs von Mager in Richtung Fett. Gleichzeitig mit dieser Messung wird das Tankentlüftungsventil mit einem vorgegebenen Tastverhältnis geöffnet (Schritt s3.2). Das Öffnen kann schlagartig auf ein vorgegebenes Tastverhältnis erfolgen, das dann jedoch nicht allzu groß sein sollte, z. B. 10% nicht überschreiten sollte, da die Gefahr besteht, daß aus der Tankentlüftungsanlage fast reine Kraftstoffdämpfe angesaugt werden, das zu einem so fetten Gemisch führen könnte, daß der Motor abstirbt. Daher wird das Tankentlüftungsventil beim Ausführungsbeispiel nur langsam aufgesteuert, wie dies in Fig. 4b dargestellt ist. Zum Maßstab der Zeitachsen in den Fig. 4 und 6 sei hier angemerkt, daß eine Lambdaregelungsschwingung im Leerlauf typischerweise etwa 4 Sekunden beträgt. Durch Vergleich der Fig. 4a und 4b ergibt sich damit, daß das Tankentlüftungsventil innerhalb von etwa 10 Sekunden bis auf ein Tastverhältnis von 50% aufgesteuert wird.

Diese Aufsteuerung bis zum genannten hohen Wert erfolgt jedoch nur dann, wenn die Lambdaregelungseinrichtung 22 nicht zuvor durch eine hohe Magerkorrektur kraftstoffreiches Gas aus der Tankentlüftungsanlage anzeigt. Dies wird in den Schritten s3.3 und s3.4 überprüft. In Schritt s3.3 wird der Regelungsfaktor  $FR$  gemessen, wenn dieselbe Bezugsbedingung wie zuvor wieder erfüllt ist, hier also das Ende des p-Sprungs von Mager nach Fett. Der Meßwert sei  $FR2$ . Die Differenz zwischen  $FR1$  und  $FR2$  ist  $\Delta FR$ . Im Schritt s3.4 wird überprüft, ob  $\Delta FR$  über einer Schwelle  $\Delta FR_{TH}$  liegt. Ist dies der Fall, wird das Prüfverfahren insgesamt beendet. Dies aus zwei Gründen. Der eine ist der, daß im Fall stark gasenden Kraftstoffs keine Druckgradientenmessungen zulässig sind, die ein repräsentatives Bild für die Dichtheit der Tankentlüftungsanlage geben. Der zweite Grund ist der, daß dann, wenn aus der Tankentlüftungsanlage viel Kraftstoff angesaugt wird, dies ein Zeichen dafür ist, daß diese gespült werden sollte, was jedoch während des Prüfverfahrens nicht möglich ist.

Wenn kein Kraftstoff aus der Tankentlüftungsanlage angesaugt wird oder nur so wenig, daß keine Störung der weiteren Prüfung zu befürchten ist, wird in einem Schritt s3.5 das Absperrventil AV geschlossen. Dabei werden die zugehörige Zeitspanne  $T1$  und der zugehöri-

ge Unterdruck  $\Delta p_1$  gemessen. In Schritten s3.6 und s3.7 wird dann durch dauernd wiederholte Messung des Unterdrucks (Schritt s3.6) und durch Vergleichen (Schritt s3.7) des gemessenen Unterdrucks mit einem vorgegebenen Unterdruck  $\Delta p_{\text{FIX}}$  ermittelt, ob der vorgegebene Unterdruck bereits erreicht ist. Beim Ausführungsbeispiel betrug dieser 5 hPa. Sobald dieser vorgegebene Unterdruck erreicht ist, wird in einem Schritt s3.8 das Tankentlüftungsventil TEV geschlossen, und das Absperrventil AV wird geöffnet. Außerdem wird in einem Schritt s3.9 die zugehörige Zeitspanne  $T_2$  gemessen, und es wird die Zeitspanne  $\Delta t = T_2 - T_1$  berechnet. Der Unterdruckaufbaugradient  $\Delta p_{\text{GRAD}}$  wird zu  $\Delta p_{\text{FIX}}/\Delta t$  bestimmt. Wenn dieser Gradient bei der anschließenden Dichtheitsprüfung verwendet werden soll, was beim Ausführungsbeispiel nicht der Fall ist, empfiehlt es sich, als Druckänderung nicht einfach den Wert  $\Delta p_{\text{FIX}}$  anzusetzen, sondern den Wert  $\Delta p_{\text{FIX}} - \Delta p_1$ .

In Fig. 4d sind zwei Kurven für den Unterdruckaufbau dargestellt. Die durchgezogene Linie betrifft Unterdruckaufbau bei halbvollem Tank, während die gestrichelte Linie Unterdruckaufbau bei fast leerem Tank kennzeichnet. Der in Schritt s3.9 berechnete Unterdruckaufbaugradient läßt somit eine grobe Beurteilung dahingehend zu, ob der Tank eher leer, eher halb voll oder eher ganz voll ist. Durch gasenden Kraftstoff wird diese Aussage nicht verfälscht, da bereits in Schritt s3.4 sichergestellt wurde, daß der Kraftstoff kaum oder gar nicht dampft oder gast.

Wie bereits oben erläutert, wird der Unterdruckaufbaugradient dazu verwendet, die Wartezeit  $t_W$  und das bei der anschließenden Dichtheitsprüfung zu verwendende Tastverhältnis  $\tau_{\text{TEV}}$  für das Tankentlüftungsventil zu bestimmen. Dies erfolgt im Schritt s3.10 mit Hilfe der Kennlinien 30 und 31.

Anhand der Fig. 5 und 6 wird nun das Dichtheitsprüfverfahren gemäß Schritt s2.7 näher erläutert.

Die Schritte s5.1 bis s5.4 des Ablaufs von Fig. 5 sind funktionsmäßig mit den Schritten s3.1 bis s3.4 identisch. Es werden lediglich die Werte FR3 und FR4 des Regelfaktors statt der Werte FR1 und FR2 beim langsamen Aufsteuern des Tankentlüftungsventils gemessen, wie dies aus den Fig. 6a und 6b erkennbar ist. Stellt sich hierbei heraus, daß beim Aufsteuern des Tankentlüftungsventils eine zu große Magerkorrektur erforderlich ist, wird das Prüfungsverfahren im Schritt s5.4 abgebrochen. Andernfalls folgt ein Schritt s5.5, in dem das Absperrventil AV geschlossen wird, woraufhin in Schritten s5.6 und s5.7, die den erläuterten Schritten s3.6 bzw. s3.7 entsprechen, überprüft wird, ob der Unterdruck  $\Delta p_{\text{FIX}}$  bereits erreicht ist. Sobald dies der Fall ist, wird in einem Schritt s5.8 das Tankentlüftungsventil TEV geschlossen. Dies ist zu einem Zeitpunkt T5 (Fig. 6) der Fall. Von nun an baut sich der Unterdruck im Tank langsam ab. In einem Schritt s5.9 wird der Unterdruckabbaugradient  $\Delta p_{\text{GRAD}}$  ermittelt, was einfach dadurch erfolgt, daß die Unterdruckabnahme innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums oder der für eine vorgegebene Druckabnahme benötigte Zeitraum gemessen werden, und dann die Unterdruckabnahme durch den Zeitraum geteilt wird. In einem Schritt s5.10 wird untersucht, ob dieser Unterdruckabbaugradient größer als ein Schwellenwert TH ist. Ist dies der Fall, wird in einem Schritt s5.11 eine Meldung dahingehend ausgegeben, daß die Anlage undicht ist. Nach diesem Schritt oder unmittelbar nach dem Schritt s5.10 wird ein abschließender Schritt s5.12 erreicht, in dem das Absperrventil

AV wieder geöffnet wird.

Aus den Fig. 6b bis 6d ist erkennbar, daß unterschiedliche Zeitabläufe für halbvollen Tank (durchgezogene Linien) und fast leeren Tank (gestrichelte Linien) vorliegen. Im Fall des halbvollen Tanks wird zum Zeitpunkt T4 das hierfür im Schritt s3.10 bestimmte Tastverhältnis von 25% erreicht, woraufhin es nicht mehr verändert wird, aber das Absperrventil geschlossen wird. Im Fall des fast leeren Tanks wurde im Schritt s3.10 ein Tastverhältnis  $\tau_{\text{TEV}}$  von 50% vorgegeben, was erst zum Zeitpunkt T4' erreicht wird. Auch dann wird wieder das Absperrventil geschlossen, und das Tastverhältnis wird beibehalten. In beiden Fällen ist die Zeitspanne ab dem Schließen des Absperrventils bis zum Erreichen des vorgegebenen Unterdrucks  $\Delta p_{\text{FIX}}$  im wesentlichen gleich. Bei halbvollem Tank ist es die Zeitspanne T5-T4, während es im Fall des fast leeren Tanks die Zeitspanne T5'-T4' ist. Bei fast vollem Tank würde ein Tastverhältnis von z. B. 12,5% eingestellt werden.

Wie eingangs erläutert, wird beim Stand der Technik immer das Tastverhältnis für vollen Tank verwendet. Dies hat zur Folge, daß im Fall eines fast leeren Tanks die Zeitspanne, die verstreicht, bis im Tank der Unterdruck  $\Delta p_{\text{FIX}}$  erreicht ist, wesentlich länger ist als die Zeitspanne T5'-T4' in Fig. 6.

Dadurch, daß das Tastverhältnis zum Öffnen des Tankentlüftungsventils beim Aufbauen des Unterdrucks bei der Dichtheitsprüfung vom Tankfüllstand abhängig gemacht wird, kann einerseits ein zu schneller oder zu starker Druckaufbau bei vollem Tank verhindert werden, während andererseits bei fast leerem Tank die Prüfzeitspanne kurz gehalten werden kann, da das Tankentlüftungsventil mit einem sehr großen Tastverhältnis angesteuert wird, um trotz des großen, auszupumpenden Volumens einen schnellen Unterdruckaufbau zu erzielen.

Im Ablauf von Fig. 5 findet die gesamte Dichtheitsprüfung im Schritt s5.10 mit der alleinigen Beurteilung des Unterdruckabbaugradienten statt. Es ist jedoch zu beachten, daß für die Erfindung das konkrete Dichtheits-Beurteilungsverfahren nicht maßgeblich ist. Wesentlich ist allein, daß ein Verfahren verwendet wird, bei dem ein Unterdruck aufgebaut werden muß, und daß dieser Unterdruckaufbau mit Hilfe von Öffnungs-Tastverhältnissen des Tankentlüftungsventils erfolgt, die tankfüllstandsabhängig sind.

Es ist weiterhin zu beachten, daß das Prinzip der Erfindung nicht nur auf eine Dichtheitsprüfung beschränkt ist. Mit Hilfe von Unterdruckaufbau- und Unterdruckabbaugradienten können auch Verstopfungen in einer Tankentlüftungsanlage festgestellt werden, wie dies z. B. in P 41 32 055 oder P 42 03 100 beschrieben ist. Derartige Prüfungen können zusätzlich zu den beim Ausführungsbeispiel beschriebenen Prüfungen ausgeführt werden. Wesentlich ist nur, daß ein gewünschter Unterdruck unter Verwendung eines Tastverhältnisses für das Tankentlüftungsventil eingestellt wird, das vom Tankfüllstand abhängt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Tankentlüftungsanlage an einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor (17), welche Tankentlüftungsanlage über einen Tank (10) mit Tankdrucksensor (11), ein Adsorptionsfilter (13), das mit dem Tank über eine Tankanschlußleitung (12) verbunden ist, und eine durch ein Absperrventil (AV) verschließ-

bare Belüftungsleitung (14) aufweist, und ein Tankentlüftungsventil (TEV) verfügt, das mit dem Adsorptionsfilter über eine Ventilleitung (15) verbunden ist, **gekennzeichnet durch:**

- a) Ausführen einer Tankfüllstandsprüfung, bei der der Füllstand des Tanks ermittelt wird und auf Grundlage des ermittelten Tankfüllstandes ein Tastverhältnis festgelegt wird, mit dem das Tankentlüftungsventil bei einer anschließenden Dichtheitsprüfung geöffnet wird;
  - b) Ausführen der eben genannten Dichtheitsprüfung mit mindestens den folgenden Schritten:
    - b1) Öffnen des Tankentlüftungsventils mit dem festgelegten Tastverhältnis und Schließen des Absperrventils;
    - b2) Schließen des Tankentlüftungsventils, sobald eine vorgegebene, druckbezogene Bedingung erfüllt ist;
    - b3) Ermitteln des Unterdruckabbaugradienten für den sich im Tank abbauenden Unterdruck; und
    - b4) Beurteilen der Dichtheit der Anlage unter Verwendung des ermittelten Unterdruckabbaugradienten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt a) folgende Schritte umfaßt:
- a1) Öffnen des Tankentlüftungsventils mit einem vorgegebenen Tastverhältnis und Schließen des Absperrventils;
  - a2) Ermitteln des Unterdruckaufbaugradienten für den sich im Tank aufbauenden Unterdruck; und
  - a3) Festlegen, auf Grundlage des ermittelten Unterdruckaufbaugradienten, eines Tastverhältnisses, mit dem das Tankentlüftungsventil bei der anschließenden Dichtheitsprüfung geöffnet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb von Schritt a1) oder b1) eine Magerkorrekturprüfung vorgenommen wird und das Verfahren abgebrochen wird, wenn die ermittelte Magerkorrektur über einer vorgegebenen Schwelle liegt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Tankfüllstandsprüfung und die Dichtheitsprüfung nur bei vorgegebenen Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors ausgeführt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtheitsprüfung in einer der nächsten Leerlaufphasen nach der Leerlaufphase mit der Tankfüllstandsprüfung erfolgt, wenn letztere nicht lang genug für eine direkt anschließende Dichtheitsprüfung war.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtheitsprüfung nur ausgeführt wird, wenn die Bedingungen für diese Prüfung innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne nach Abschluß der Tankfüllstandsprüfung eintreten.
7. Vorrichtung zum Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Tankentlüftungsanlage an einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor (17), welche Tankentlüftungsanlage über einen Tank (10) mit Tankdrucksensor (11), ein Adsorptionsfilter (13), das mit dem Tank über eine Tankanschlußleitung (12) verbunden

den ist, und eine durch ein Absperrventil (AV) verschließbare Belüftungsleitung (14) aufweist, und ein Tankentlüftungsventil (TEV) verfügt, das mit dem Adsorptionsfilter über eine Ventilleitung (15) verbunden ist, mit:

- einer Zeitmeßeinrichtung (25);
- einer Gradientenberechnungseinrichtung (24) zum Berechnen von Unterdruckänderungsgradienten mit Hilfe der Signale vom Tankdrucksensor und der Zeitmeßeinrichtung;
- einer Beurteilungseinrichtung (18) zum Beurteilen der Funktionsfähigkeit der Tankentlüftungsanlage auf Grundlage der Signale von der Gradientenberechnungseinrichtung; und
- einer Ablaufsteuerung (19) zum zeitlichen Steuern des Öffnens und des Schließens des Tankentlüftungsventils und des Absperrventils in solcher Weise, daß sich Unterdruckänderungsgradienten erfassen lassen;

dadurch gekennzeichnet, daß die Ablaufsteuerung so ausgebildet ist, daß sie die folgenden Abläufe ausführt:

- a) Ausführen einer Tankfüllstandsprüfung, bei der der Füllstand des Tanks ermittelt wird und auf Grundlage des ermittelten Tankfüllstandes ein Tastverhältnis festgelegt wird, mit dem das Tankentlüftungsventil bei einer anschließenden Dichtheitsprüfung geöffnet wird;
- b) Ausführen der eben genannten Dichtheitsprüfung mit den folgenden Schritten:
  - b1) Öffnen des Tankentlüftungsventils mit dem festgelegten Tastverhältnis und Schließen des Absperrventils;
  - b2) Schließen des Tankentlüftungsventils, sobald eine vorgegebene, druckbezogene Bedingung erfüllt ist;
  - b3) Ermitteln des Unterdruckabbaugradienten für den sich im Tank abbauenden Unterdruck; und
  - b4) Beurteilen der Dichtheit der Anlage unter Verwendung des ermittelten Unterdruckabbaugradienten.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

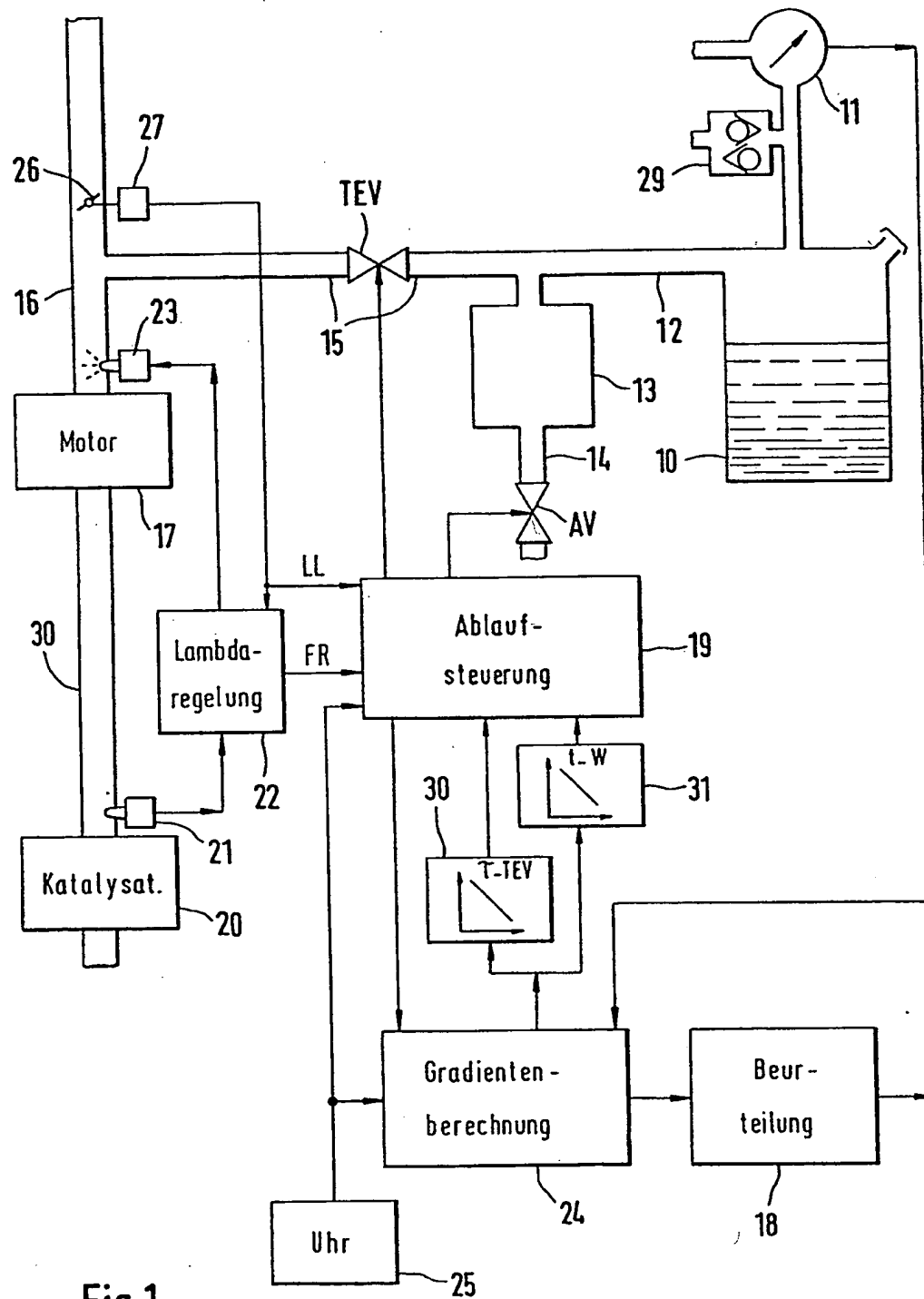


Fig.1

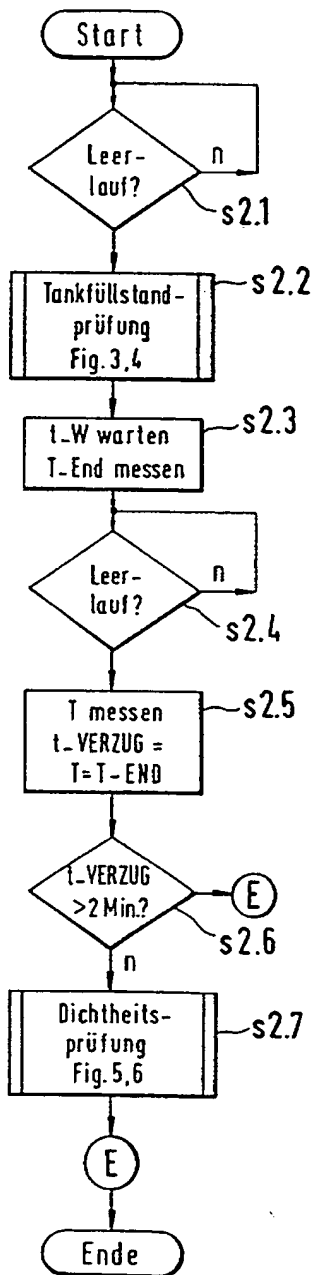


Fig. 2

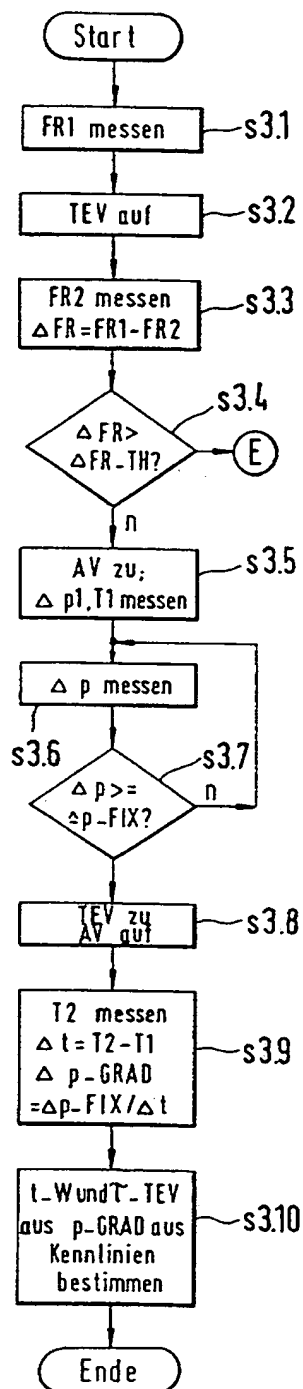


Fig. 3

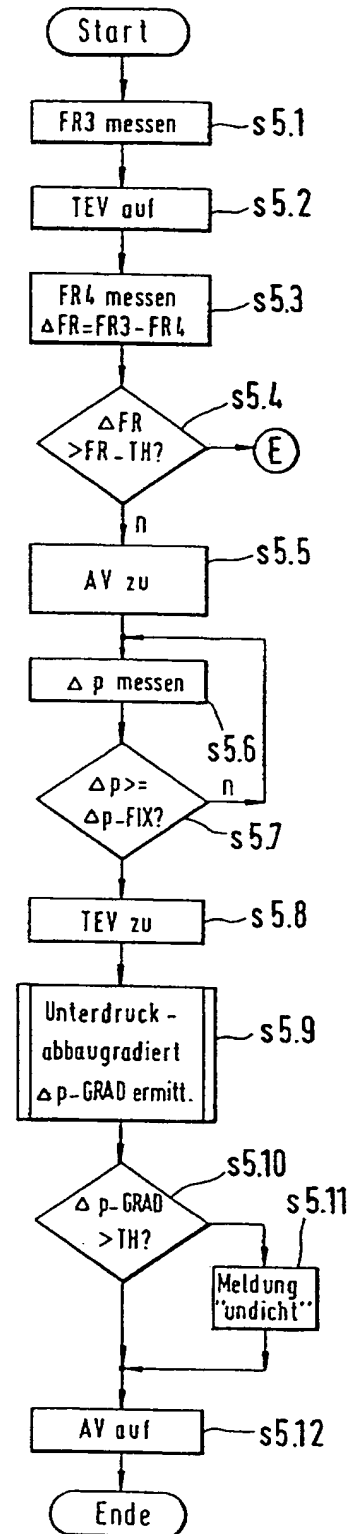


Fig. 5



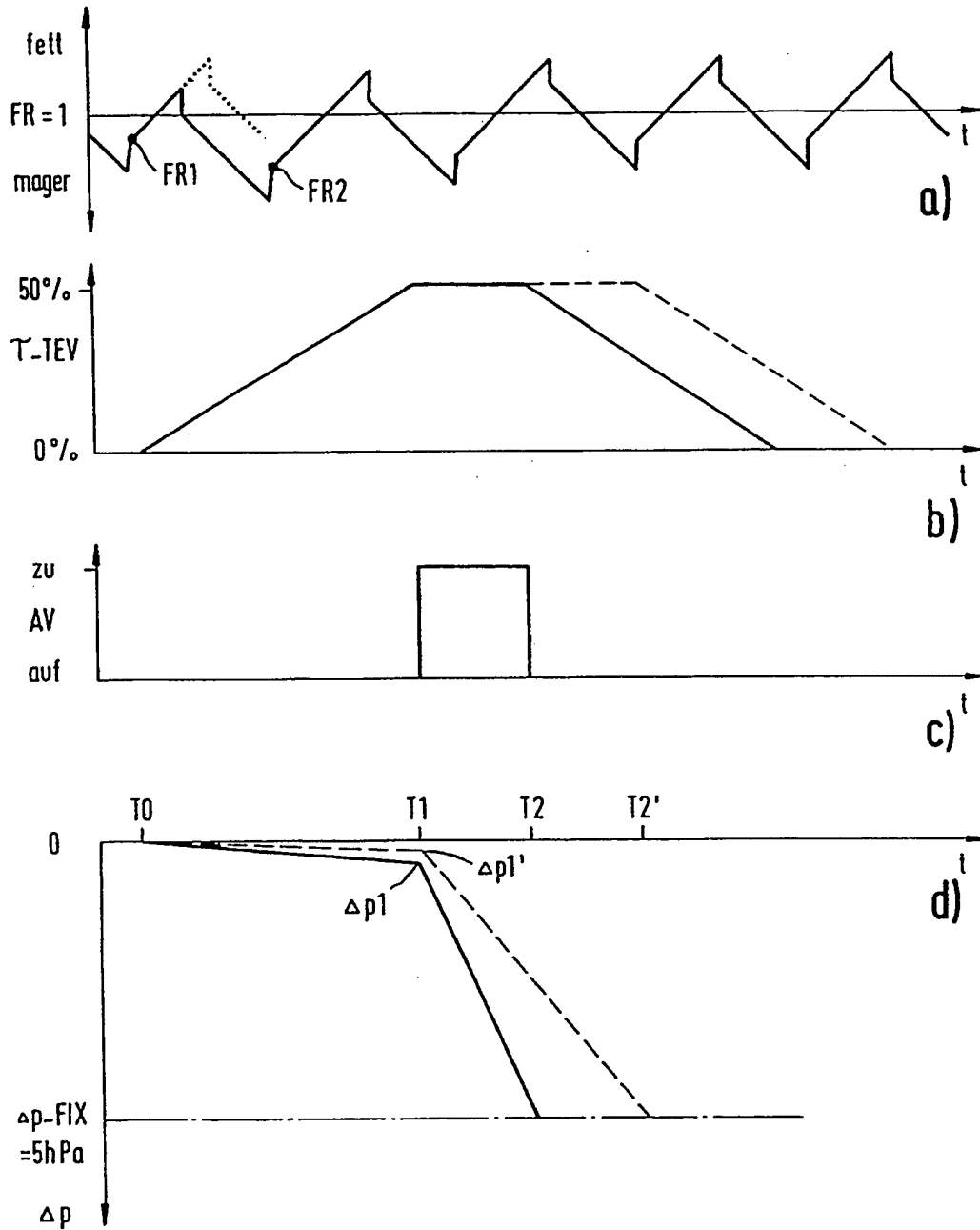


Fig.4

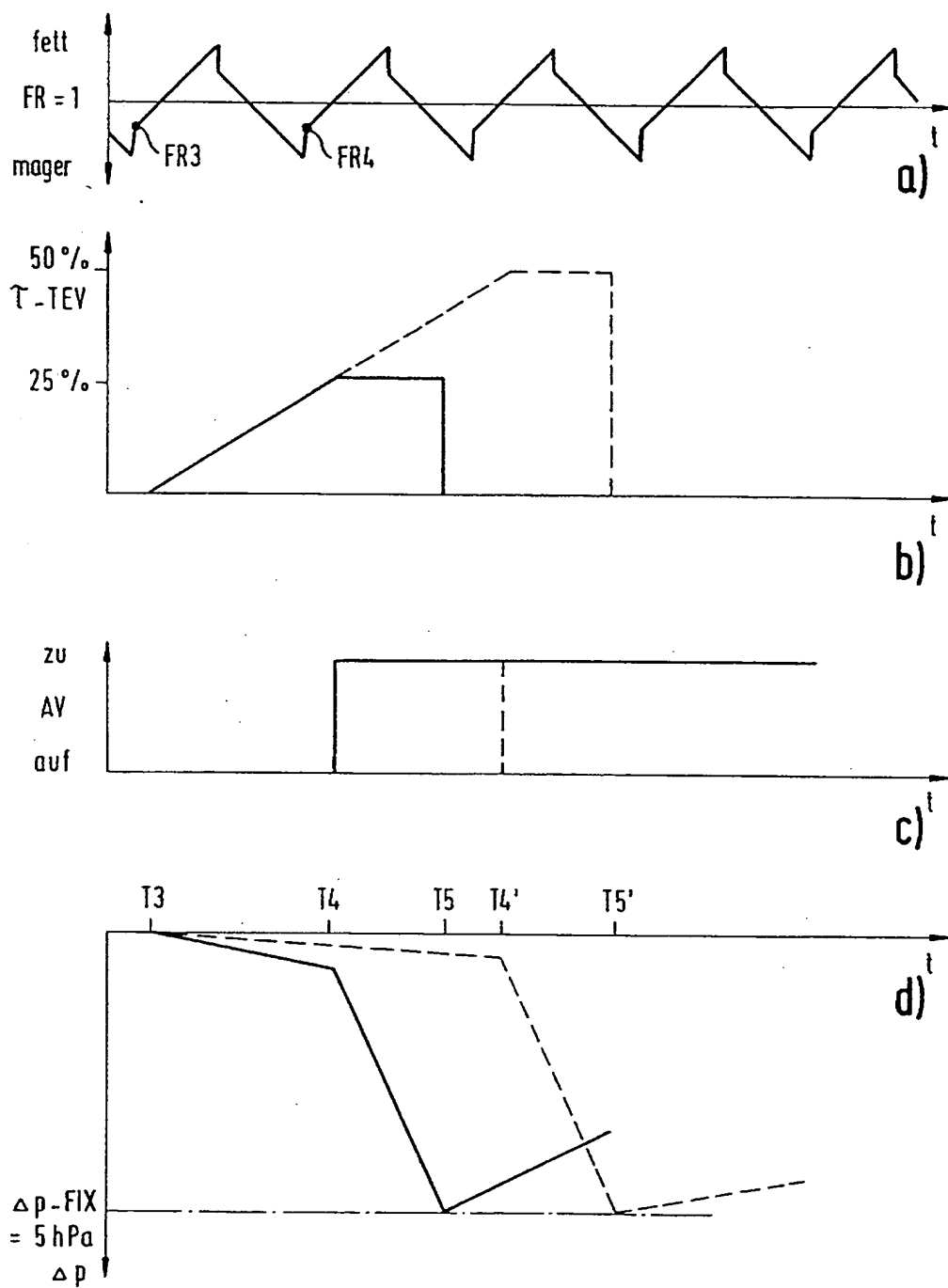


Fig.6